

聚氨酯弹性体在矿山中的应用

黎清宁, 卢德宏, 周荣

(云南昆明理工大学 机电工程学院, 云南 昆 650093)

摘要: 综述了聚氨酯弹性体在矿业中的应用现状, 并对这种性能优异的高分子材料的前景作了展望.

关键词: 聚氨酯; 弹性体; 矿山; 应用

中图分类号: TQ328.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-855X(2003)01-0035-04

Application of Polyurethane Elastomer in the Mine

LI Qing-ning, LU De-hong, ZHOU Rong

(Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China)

Abstract: The application of the polyurethane elastomeric products is reviewed, and the prospect for this macromolecule material with excellent properties is made in this paper.

Key words: polyurethane; elastomer; mine; application.

0 引言

聚氨酯(PU)弹性体也称为聚氨酯橡胶,是指主键含有较多氨基甲酸酯基的一类弹性聚合物,是一种介于一般橡胶与塑料之间的新型合成材料,按加工方式可分为浇注型、热塑型和混炼型3类聚氨酯弹性体(PUE).浇注型弹性体的产量约占聚氨酯弹性体总量的一半以上,热塑性弹性体的产量逐年增加,现已占聚氨酯弹性体总量的35%左右,混炼型弹性体仅占聚氨酯弹性体总量的10%以下,其余是微孔弹性体及弹性纤维^[1].

聚氨酯是一种发展迅速的多功能高分子合成材料,聚氨酯弹性体在很高的硬度下仍然具有较高的弹性,具有优良的耐磨、高承载、高撕裂强度以及优异的耐低温、耐油、耐臭氧等性能,而且由于原材料品种的多样化以及分子结构的可调性,用途极为广泛,且应用领域日益扩大,产量迅速持续增长.据近期报道,21世纪初,全球聚氨酯弹性体的产量将突破100万吨大关,2003年全球聚氨酯弹性体的消费量将超过110万吨,年增长率为5%左右.以亚太

表1 聚氨酯弹性体与其它材料的Taber磨耗对比

材料名称	磨耗量/mg	材料名称	磨耗量/mg
PUR	0.5~3.5	天然橡胶	146
尼龙610	16	耐冲击聚氯乙烯	160
聚酯薄膜	18	丁苯橡胶	177
尼龙11	24	增塑聚氯乙烯	187
高密度聚乙烯	29	丁基橡胶	205
聚四氟乙烯	42	ABS	275
丁腈橡胶	44	氯丁橡胶	280
尼龙66	49	聚苯乙烯	324
低密度聚乙烯	70		

注:磨耗条件 CS17轮,1000g/轮,5000r/min,23℃

地区来看,尽管前几年经济不景气,但聚氨酯弹性体的年增长率仍然超过世界其他地区的增长速度,预计自1998~2003年间,消费量的年增长率大约为6.3%,年消费量超过世界其他地区的增长速度;欧洲消费量的增长稍慢一些,平均年增长率4.3%,但该地区仍将主宰这个行业,到2003年总消费量将达到42.6万吨;美国的消费量比亚太地区高10%左右^[1].聚氨酯弹性体与其它材料的Taber磨耗对比如表1^[2].

收稿日期:2002-07-05.

第一作者简介:黎清宁(1978~),男,硕士;主要研究方向:聚合物基复合材料.

金属矿山、煤矿对高耐磨、高弹性、高强度的非金属材料需求十分迫切。据统计,目前开采 1t 矿石至少要消耗 1kg 钢铁,实际上是在用钢铁换矿石。聚氨酯弹性体具有优异的性能,是比较符合矿山要求的非金属材料,用以取代部分金属材料是完全必要的^[1]。国外从 20 世纪 50 年代以来,以较高的速度开发聚氨酯制品,现已广泛应用于各类矿山机械设备上,聚氨酯制品在我国矿业中也得到越来越广泛的应用。

1 应用现状

聚氨酯弹性体在我国矿业中的应用已经比较广泛,在采矿的提升、研磨、分级、筛分脱水、输送等工艺过程中,绝大部分的设备都需要使用聚氨酯弹性体作为结构件。聚氨酯弹性体的实用实例有矿石筛板、筛网、实心轮、球磨机衬里、聚氨酯水力旋流器、浮选机的转子及定子、水力旋流器、管道、输送带等。

1.1 提升机摩擦衬垫

摩擦式提升机是我国矿山主要的提升设备,摩擦衬垫是其关键部件之一,提升机就是靠它和钢丝绳间的摩擦力来提升重物,同时起到保护钢丝绳的目的,衬垫的失稳或失效会造成重大的财产损失或人员伤亡,提升机型号不同,所需摩擦衬垫数量也不同,小到几公斤,大到一吨多。目前国内常用的衬垫材料主要是 PVC、酚醛树脂或皮革等,聚氨酯弹性体制作的摩擦衬垫有较高的强度和很高的断裂延伸率,摩擦磨损性能优良,可以显著提高提升机的摩擦性能及其使用寿命^[1]。

1.2 聚氨酯弹性体实心轮

聚氨酯弹性体实心轮适用于各种重型搬运车辆,如单轨运输车、齿轨车的驱动轮等。现以潞安矿务局漳村矿使用的单轨吊车驱动轮为例,该矿过去每年需购各种材料的驱动轮 350 件,耗资 20 多万元,自从使用山西省化工研究所制作的聚氨酯驱动轮,全年仅使用 50 余个,耗资不足 3 万元,降低成本 85%,且金属骨架还可以回收再利用,并减轻了维护工作量^[4]。

1.3 球磨机衬里

球磨机是我国用于研磨矿石的主要设备,衬里是球磨机的主要易损件。聚氨酯弹性体衬里的耐磨性比氧化铝瓷衬里高一个数量级,综合使用寿命成倍延长,因而减少了球磨机维修和更换衬里的停产时间,有效提高了设备利用率;聚氨酯弹性体衬里的厚度只有氧化铝瓷衬的 1/4 至 1/3,扩大了球磨机容积,投料量最多可以增加约 50%,提高了单台球磨机的生产效率;聚氨酯弹性体衬里只有氧化铝瓷衬的 1/6 左右,使球磨机耗电量明显下降,降低了生产成本;聚氨酯衬里能量吸收好,可明显降低噪音,使之低于 85 dB 的国家标准,改善劳动环境。国内部分球磨机的衬里采用了聚氨酯弹性体,取得了优良的效果,正在推广中^[5]。

1.4 筛板及筛网

传统使用的筛板和筛网是由冲孔、焊接、编织的各种碳钢或不锈钢材料制造,它的缺点是不耐磨、噪音大、寿命短(一般为三个月),且备件占用流动资金大。近年来各种不同形式的聚氨酯弹性体筛板及筛网在矿山等行业中逐渐推广使用,已经成为传统金属、橡胶筛板的换代产品,用于煤矿和矿石的筛分。聚氨酯弹性体筛板具有优良的耐磨性、耐水性、减震性以及高弹性,聚氨酯弹性体在湿的状态下摩擦系数降低,筛板磨损减小,因此也适用于筛分含水材料。在使用过程中噪音小、筛孔不易堵塞、自洁效果好。筛板的一些附件如压板、张紧板、压条、铆钉、垫片、垫圈也采用聚氨酯弹性体制造。按照其安装结构可分为如下几种^[6]。

(1) 聚氨酯弹性体张力筛板:张力筛板的外形尺寸较大,一般采用浇注型聚氨酯弹性体加工成型。筛板中埋有若干条钢丝绳用以联接筛板两端的安装拉勾可增加筛板的耐冲击强度。因为单块筛板的用胶量较大,为了保证产品质量,最好采用浇注机进行连续浇注。

(2) 聚氨酯弹性体组合式筛板:该类筛板可采用浇注机或手工方法生产。

(3) 聚氨酯弹性体板式筛板:板式聚氨酯筛板是一种由聚氨酯弹性体与金属埋件构成的筛板。可以采用以下三种方法进行加工成型:①采用注塑机将热塑性聚氨酯弹性体注塑加工成筛网的小单元;再将若干个小单元置入金属埋件中用浇注型聚氨酯弹性体注入型框中的方法,将各小单元和金属埋件结合成所

需规格的聚氨酯弹性体筛板;②采用手工浇注成型;③采用浇注机一次浇注成型。

(4) 聚氨酯弹性体弛张筛板:聚氨酯弛张筛板是利用筛板的一张一弛来进行物料筛分的。可采用离心浇注成板材后冲制和采用模具浇注成型。

(5) 聚氨酯弹性体桥式筛板:桥式聚氨酯是一种上部由聚氨酯筛面与下部为金属支撑框架的组合物,采用浇注成型的加工方法。

(6) 聚氨酯弹性体编织筛网:聚氨酯弹性体编织筛网的加工方法采用挤出机挤出聚氨酯弹性体胶条后,用高频热合的方法编织成筛网,再将筛网两端安装上固定筛网用的金属拉勾。一般金属编织筛网使用寿命10~15天,缝条筛1~2个月,脱水筛板2~3个月,橡胶筛板3~4个月。聚氨酯弹性体筛板一般是金属筛板寿命的3~20倍^[7]。

1.5 聚氨酯水力旋流器

旋流器是工业中常用的一种液—固、气—固分离设备,广泛应用于选矿、选煤、采油中,由于聚氨酯弹性体具有耐磨、机械性能好等优点,不仅可以用作水力旋流器的衬里,也可以单独用作结构材料。聚氨酯水力旋流器,耐磨性好,不发生锈蚀,重量轻,不需要单独配置动力设备,可以大大提高水力旋流器的使用寿命。应用聚氨酯水利旋流器对煤泥水进行浓缩分级,能显著地降低煤泥水的体积浓度,保证了浮选机入料的最佳浓度,粗煤粒回收良好,灰份低,并且相对减少了浮选机系统的开机时间。用聚氨酯弹性体作水力旋流器的内衬,在如下试验条件下:给矿口直径为25.5 mm;溢流口直径为40 mm;排矿口为14 mm;矿浆浓度为7%~12%;给矿粒度为0.01 mm,经过1 497 h的生产考核,实际通过的矿量为15 892 m²,干矿量1 112~1 907 t,分级效率为85.32%~89.23%,圆柱体,圆锥体的质量均无变化,内壁无痕迹,排矿口有少量磨损;若使用铸铁件,经1 151.5 h后就无法继续使用了^[4]。

1.6 浮选机用叶轮及盖板

浮选机是分离矿物颗粒的主要设备,叶轮和盖板是浮选机的易损件,主要是腐蚀磨损。浮选机是在基本呈中性的矿浆中工作,考虑到其耐水解性,应采用聚醚型的聚氨酯。与普通的橡胶及钢铁相比:聚氨酯弹性体赋予了浮选机叶轮极好的耐磨性、刚性及优良的物理机械性能,使其寿命大幅度的提高,而且其重量轻,有利于安装,大大减少了维修工时及费用。一般采用浇注的方法成型,内埋有配合连接的刚芯骨架,并在刚芯骨架表面涂上底胶,以保证界面的粘接强度能够达到使用的要求,然后合模进行浇注^[8]。

1.7 聚氨酯内衬管道和聚氨酯管道

尾矿输送采用大量铸铁管道,长达几公里,甚至几十公里,内壁尤其是弯头处,矿浆对其磨损严重。采用聚氨酯作管道的典型工程是1976年新西兰钢铁公司建成的直径188 mm铁精矿输送管,全长22.5 km,工作压力为14.9 MPa,流速3.9 m/s。据报道,该输送管线工作状况一直良好。聚氨酯管道和管道内衬聚氨酯可采用离心浇注法,小直径可采用喷枪内衬^[7]。

1.8 聚氨酯输送带

聚氨酯输送带具有低磨耗、高摩擦系数等优点,在煤矿和矿山等行业中逐渐得到推广使用。煤矿及矿山用输送带可用聚氨酯混炼胶制造,硫化剂为多异氰酸酯,骨架涂有聚氨酯粘合剂,用逐段加工的方法进行加工;也可以用加溶剂的浇注胶溶液浸渍织物,用逐层法进行加工^[2]。

2 存在的问题和发展前景

国内市场对聚氨酯的需求逐年增加,但是一些关键原料还主要依靠进口,从而制约了聚氨酯工业的发展。因而原料生产应尽早实现国产化,能够生产优质、价廉、多体系的原料。

聚氨酯弹性体的工作温度不能高于100℃,这就限制了聚氨酯在矿山中的应用,因而研制出耐高温的材料可以进一步扩大聚氨酯的应用领域。

聚氨酯制品在与其它类型产品竞争时经常遇到价格偏高的问题,如何降低成本始终是聚氨酯行业的改进方向。可以在不降低材料性能的前提下,加入一些填料来降低生产成本,另外可以加入一些功能性填料来获得某些特殊性能^[9]。

新近开发出的纳米聚氨酯材料与同类型的传统聚氨酯产品相比,回弹性、耐磨性、耐溶剂性及防水、防霉、阻燃性等各项性能都有显著提高,具有很好的发展前景。

参考文献:

- [1] 郁为民,官涛. 聚氨酯弹性体发展近况与应用开发[J]. 化学推进剂与高分子材料, 2000,(6): 8~11.
- [2] 傅明源,孙酣经. 聚氨酯弹性体及其应用[M]. 北京:化学工业出版社, 1994. 2~78.
- [3] 曹军,陈利,等. 聚氨酯弹性体在矿山机械中的应用和前景[J]. 聚氨酯工业, 1995,(4): 14~17.
- [4] 张竹峰. 聚氨酯弹性制品在矿山的应用[J]. 山西化工, 2000,20(4): 44~45.
- [5] 刘其. 消息动态[J]. 聚氨酯工业, 2000,15(4): 30.
- [6] 苏矿丁. 国产聚氨酯橡胶筛板的选择和使用[J]. 选煤技术, 1999, 5: 7~9.
- [7] 马华麟. 聚氨酯弹性体在选矿中的应用与发展前景[J]. 国外金属矿选矿, 1994,1: 27~32.
- [8] 陈文伟等. 浮选机用聚氨酯叶轮及盖板的研制[J]. 特种橡胶制品, 2001,(1): 37~38.
- [9] 王卫东. 聚氨酯橡胶制品的生产及其在矿山的应用[J]. 金属矿山, 1999,4: 58~59.

(上接第30页)

参考文献:

- [1] 重有色金属加工手册编写组. 重有色金属加工手册[M]. 北京:冶金工业出版社, 1976.
- [2] C.H.Mathewson. Zinc the Metal Its Alloys and Compounds[M]. Reinhold Publishing Corporation(Am.), 1959.
- [3] E.Gervais. An Analysis of Selected Properties of ZA Alloys[J]. Journal of Metals, 1985.
- [4] E.Gervais. The Development of a Family of Zinc - Base Foundry Alloys[J]. AFS Tran, 1988, 112: 38~50.
- [5] J.Hallen - Lopez. The Influence of Temperature on the Fracture Toughness of ZA Alloy Castings[J]. AFS Tran, 1988, 121: 38~47.
- [6] 金钟. 硼、钛、稀土元素对 ZA27 性能影响的初步探讨[J]. 特种铸造及有色合金, 1988,(1): 7~11.
- [7] 朱应禄、刘政、陈慈浩等. 冷却速度对稀土锌合金凝固组织和性能的影响[J]. 江西有色金属, 1996,(9): 38~42.
- [8] 稀土编写组. 稀土[M]. 北京:冶金工业出版社, 1978.